

One conclusion is that apparently these heavy elements exist preferentially in Cr-Eu-Sr stars. The other conclusion is that some of these elements can only be produced by r-processes. This fact is of fundamental importance for the interpretation of the Ap stars. The complete paper will be published elsewhere.

### The variability of the Be stars.

FERRER, L. AND JASCHKE, C.

*Observatorio Astronómico, La Plata*

**Abstract:** Using the photometric and Be-star catalogues existing at La Plata, the photometric behavior of a sample of 140 Be stars has been studied over an average time interval of eleven years. As compared with a control sample of 100 normal B stars, about 50 % of the Be stars show variations in V and about 30 %, in B-V and U-B. These results confirm Feinstein's conclusions (Z. f. Astroph. 68, 29 (1968)) based upon a smaller sample. The paper in full will be published elsewhere.

### The Spectrum of Gamma-2 Velorum. II

VIRPI NIEMELA DE MONTEAGUDO AND JORGE SAHADE

*Observatorio Astronómico de La Plata*

**Abstract:** The study of the series of spectra of Gamma-2 Velorum taken by C. D. Perrine at the Córdoba Observatory in 1919 suggests that the variations in the radial velocities and in the intensities of the absorption lines that show the effect of diluted radiation are periodic with Vainu Bappu and Ganesh's period of 78,5 days and permits to improve this figure to 78,5002 days. The same period is followed by V/R variations displayed by the emissions of H and He I.

Thus the emission features of Gamma-2 Velorum can be separated into two groups, one of the broad H and He I emissions that show V/R variations, and a second one of the relatively narrow and stronger He II, C IV, O IV, etc. lines that do not show V/R variations. One obvious conclusion is that the Wolf-Rayet spectrum does actually show H in its spectrum, the behaviour of the H lines being different than the behaviour of He II.

The examination of the spectra taken at Bosque Alegre by Sahade in the interval 1948-62 and that of the spectra taken by Perrine, suggest that no noticeable changes have occurred in the spectrum of Gamma-2 Velorum in the last fifty years. Furthermore, the V/R variations in the red part of the spectrum is also shown on the 1948-62 plates.

Identifications of the spectral features are given in the wavelength range  $\lambda$  3100 - 6800 Å.

Relative to H8, the distribution of the radial velocities of the absorption line of He I 3888 that show dilution effect and is violet displaced by about 1200 km/sec on the average, both on Perrine's plates as well as on those taken with the Bosque Alegre reflector, apparently follow the trend of the radial velocities of the W-R component but with a much larger amplitude. This will be checked with the measurement of the Bosque Alegre spectra and may be explained in terms of form and density distribution of the envelope that surrounds the whole system.

The paper will be published in full elsewhere.

\* Miembro de la Carrera del Investigador Científico. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

## INFORME DE BECA

### Estudio de la Asociación I Canis Majoris

J. J. CLARÍA OLMEDO

*Observatorio Astronómico, Córdoba*

**Abstract:** In the belt ( $6^h 48^m < AR < 7^h 12^m$ ,  $-8^\circ < D < -12^\circ$ ) early-type stars (O, B0, B3, B5) are predominant and a group of early-type stars with slightly higher concentration than in the rest of the Milky Way is found in Canis Majoris. 15 stars were classified in the M.K.K. system: 5 are late-type main sequence stars probably in the foreground, the remaining 10 being possible members. None of the obtained spectra show emission lines. The study of proper motions of 79 stars shows a strong mean motion perpendicular to the galactic plane. A distance of 1550 pc was obtained assuming a mean absorption of  $0^m3$  in the whole region. The distance derived by statistical parallaxes is incompatible with the preceding value; this fact shows the existence of appreciable systematic motions with respect to the Sun. It was not possible to improve the distance by using the galactic rotation curve.

#### I. Introducción:

Se describen en este trabajo algunas conclusiones alcanzadas en relación a un grupo de estrellas relativamente grande que Ambarsumian denomina Asociación I Canis Majoris. Varias fueron las razones que motivaron el estudio de dicha zona ( $6^h 48^m < AR < 7^h 15^m$ ,  $-3^\circ < Dec < -14^\circ$ ): una rápida inspección de las estrellas de la zona clasificadas en el H.D. muestra un aparente predominio de estrellas tempranas (O, B0, B3, B5) de brillo moderado; esta agrupación estelar se halla dentro y en las inmediaciones de nebulosas oscuras y difusas, típicas de las zonas en donde se están formando estrellas; en dicha región también se encuentran los cúmulos abiertos NGC 2353 y NGC 2323, quizás relacionados (núcleos), con la supuesta asociación.

La zona sobre la cual concentré preferentemente la atención es una región de extensión algo menor (AR: de  $6^h 52^m$  a  $7^h 12^m$  y Dec: de  $-8^\circ$  a  $-12^\circ$ ) fuera de la cual disminuye notoriamente la concentración de estrellas más tempranas que B9 inclusive y más brillantes que  $m \sim 9$ .

#### II. Observaciones Espectroscópicas.

Algunas estrellas de la zona fueron observadas con el espectrógrafo de Bosque Alegre, pero no fue posible obtener velocidades radiales confiables, ya que como muestra la Tabla I, de 10 velocidades radiales de estrellas standard medidas (y corroboradas independientemente por el Dr. L. Milone) se infieren errores muy grandes respecto de los valores asignados en Lick a esas mismas estrellas. No se aprecia un error sistemático sino variable y de muchos km/seg. De un estudio sistemático de velocidades radiales de estrellas standard realizado hace algún tiempo por Milone se infiere que el comportamiento del espectrógrafo es errático, posiblemente debido a que el haz de comparación de Fe no mantiene su colimación.

		TABLA I			
Placa	Objeto	V(m)	V(L)		$\Delta$
I-7478	Beta Crv	-10.1	-7.7	$\pm 0.1$	$\pm 2.3$
I-7480	Zeta Lup	-34.7	-9.7	0.2	$\pm 25.0$
I-7476	Mu Vel	-2.5	+6.9	0.1	$\pm 9.4$
I-7452	Mu Vel	+2.6	+6.9	0.1	$\pm 4.3$
I-7440	eEri	+90.1	+86.8	0.3	-3.3
I-7433	Alfa Ret	+33.0	+35.6	0.2	$\pm 2.6$
I-7432	eEri	+88.7	+86.8	0.3	-1.9
I-7486	Mu Vel	-0.3	+6.9	0.1	$\pm 7.2$
I-7486	Mu Vel	+0.4	+6.9	0.1	$\pm 6.5$
(bis)					
I-7483	Beta Crv	-20.9	-7.7	0.1	$\pm 13.2$

V(m) = Velocidad medida

V(L) = Velocidad Lick

$\Delta = V(L) - V(m)$

De 15 estrellas clasificadas por mí en el sistema M.K.K. utilizando los pares de líneas recomendados en el Catálogo de Morgan, Keenan y Kellman, se infiere que cinco de ellas no pertenecen a la Asociación pues son estrellas tardías de la secuencia principal. Las 10 restantes se consignan en cambio como posibles miembros. En la Tabla II se consignan los tipos espectrales asignados a las 15 estrellas mencionadas.

Es conveniente aclarar que de las 1006 estrellas de la zona catalogadas hay algunas clasificadas por Jaschek, que junto con las mías, forman un total de 39 estrellas con clasificación en el sistema M.K.K., entre las cuales hay un alto porcentaje de estrellas intrínsecamente luminosas.

Otra observación es que ninguno de los espectros obtenidos presenta líneas de emisión incluyendo el caso de un par de estrellas casi totalmente embebidas en nebulosidades.

TABLA II			
H.D	m <sub>v</sub>	T. Esp. (Harvard)	T. Esp. (Asig.)
52918	4.89	B3	B2V
52382	6.36	B0	B2I <sub>b</sub>
55879	5.99	B1	B1V
53240	6.42	B8	B8III
53456	7.8	B5	B3III
52942	8.7	B5	B4V
52312	5.84	A0	B8III
54662	6.20	0e5	07
53974	5.28	B3	B3V
55832	6.06	K2	K2V
54810	5.02	K0	K0V
56207	6.09	K0	K0V
—	—	—	K0V
55589	6.01	K0	K0V

### III. Movimientos Propios

Haciendo uso de los movimientos propios sería interesante obtener: 1) el movimiento propio del conjunto respecto al sol; 2) el punto de convergencia.

El primero de estos puntos puede lograrse efectivamente a pesar de la imprecisión de los movimientos propios disponibles pues la muestra es suficientemente grande y el error cuadrático medio disminuye con la raíz cuadrada del número de estrellas. Tal imprecisión afecta en cambio considerablemente la determinación del punto de convergencia. Ella es realizable para cúmulos cercanos con movimientos propios grandes y precisos. Por otra parte, es imposible pretender hallar la velocidad total del conjunto respecto al Sol si no se dispone de velocidades radiales.

Para obtener el primer punto arriba mencionado, hice una primer lista que incluye 61 estrellas con movimientos propios conocidos, que caen dentro de la franja ( $6^h 48^m < AR < 7^h 1^m$ ;  $-9^\circ > Dec > -12^\circ$ ). El movimiento propio de conjunto respecto al sol en este caso es:

$$\langle \mu_\alpha \rangle = -0''012 \quad \langle \mu_\delta \rangle = -0''003$$

Si en lugar de esta franja, consideramos la que va desde  $6^h 48^m$  a  $7^h 12^m$ ; y desde  $-8^\circ$  a  $-12^\circ$ , obtenemos:

$$\langle \mu_\alpha \rangle = -0''013 \quad \langle \mu_\delta \rangle = -0''003$$

Si en cambio, consideramos los movimientos propios de todas las estrellas más tempranas que B9, obtenemos:

$$\langle \mu_\alpha \rangle = -0''012 \quad \langle \mu_\delta \rangle = +0''004$$

Como vemos en todos estos casos, hay un apreciable movimiento negativo en ascensión recta. Tomemos como valor más razonable, el consignado en segundo lugar, pues es precisamente en esa franja que se encuentra la mayor concentración de estrellas tempranas. En algunos casos las desviaciones standard son muy grandes y el movimiento propio asignado pierde el sentido; sin embargo la muestra es bastante grande (79 estrellas) y permite sacar conclusiones aceptables acerca del movimiento propio total.

Los movimientos propios consignados en segundo lugar son en coordenadas galácticas:

$$\langle \mu_l \rangle \cos b = -0''004 \quad \langle \mu_b \rangle = -0''012$$

El valor del movimiento propio en latitud galáctica indica que hay un fuerte movimiento perpendicular al ecuador galáctico y respecto al sol. Esto nos hace pensar que la Asociación no tiene una velocidad tangencial predecible por la curva moderna de rotación de la Galaxia. Justamente, al aplicar el método de la Rotación Galáctica más adelante mi intención no es tanto afinar la distancia, sino más bien encontrar en cuanto se aparta la velocidad que predice la curva mencionada de la velocidad tangencial real observada suponiendo la distancia conocida.

### IV. Distancia de I Canis Majoris

Todo intento para determinar distancia de una asociación exige hacer fotometría y determinar la absorción. En particular hubiera deseado aplicar aquí el método de Becker y obtener el enrojecimiento, método que se emplea precisamente para estrellas más tempranas que A0 de la secuencia principal. La imposibilidad de hacer fotometría en Córdoba, me obligó a aplicar métodos indirectos para intentar estimar la distancia. Sin embargo, antes de ello obtuve un primer valor de la distancia utilizando una absorción media para la zona.

a) *Determinación de la distancia usando una absorción media.*

Si bien no conocemos la absorción, podemos aprovechar el valor que obtiene Johnson de 0.3 magnitudes para la zona del cúmulo asociado NGC 2353. Adoptando este valor para toda la asociación, y utilizando todas las estrellas más tempranas que B9 inclusive con clasificación en el sistema M.K.K. (Tabla III) se obtiene una distancia media de 1654 parsecs. En cambio si, como es más razonable, utilizamos todas las estrellas clasificadas en el sistema M.K.K. que caen dentro de la franja ( $6^h 48^m < AR < 7^h 12^m$ ;  $-8^\circ > Dec > -12^\circ$ ) —estrellas con asteriscos en la tabla III— obtenemos una distancia media de 1550 parsecs.

TABLA III

H. D	$m_v$	Sp. T(M.K)	$M_v$	Módulo Verdadero
51193	8.7	B1Vnn	-3.6	12.0
452	8.5	B0IIInn	-5.0	13.2
52266	6.97	O9V	-4.8	11.5
312*	5.84	B9III	-0.4	5.9
382*	6.36	B1Ib	-5.7	11.9
504	9.6	B1V	-3.6	12.3
690	6.79	M1Ib	-4.8	11.3
918	4.89	B3IVoB1V	-3.0	7.6
53367*	7.01	BOIVe	-4.8	11.5
428*	7.9	B2Ib	-5.7	13.3
649*	9.1	B0,5III	-4.7	13.5
667*	7.8	B0,5IV	-4.7	12.2
754*	8.4	B1II	-5.0	13.1
755*	6.38	B0V	-4.4	10.5
756*	7.20	B2IV	-3.3	10.2
974*	5.28	B0,5IV	-4.5	9.5
975*	6.40	O8	-5.2	11.3
54439*	8.5	B2IIIn	-4.4	12.6
493*	7.00	B2III	-4.4	11.1
662*	6.2	O6	-5.5	11.4
879*	7.9	O9,5	-4.6	12.2
55036	7.8	A3Ib	-4.8	12.3
52942*	8.7	B4V	-1.0	9.4
53456*	7.8	B3III	-2.9	10.4
53240*	6.42	B8III	-1.0	7.1

Hay que tener en cuenta que hemos utilizado magnitudes aparentes de Harvard, las cuales no son muy buenas. Además, en esta franja pueden haberse considerado estrellas que no pertenecen a la asociación, debido a que su luminosidad no haya sido bien estimada. Por otra parte, adoptar  $A = 0.3$  magnitudes para toda la franja nos conducirá a un valor aproximado de la distancia.

De lo anterior inferimos que la zona está algo más distante que el cúmulo NGC 2353, que dicho sea de paso es, en promedio más viejo que las estrellas de la zona. Becker consigna para NGC 2353 una distancia de 1315 pcs y Johnson le asigna 1050 pcs.

b) *Aplicación del Método de las*

*Paralajes Estadísticas.*

Fue mi desecho afinar el resultado anterior, de allí

la utilización del método de las paralajes estadísticas. Este método no requiere observaciones fotométricas. Supone fundamentalmente que el conjunto de estrellas tiene velocidades particulares distribuidas al azar, lo cual puede no ser cierto. Apliqué el método a 79 estrellas, comprendidas en la región que va desde  $6^h 48^m$  a  $7^h 13^m$  y de  $-8^\circ$  a  $-12^\circ$ . Todas estas estrellas son más tempranas que B9.

La paralaje estadística media resultó ser  $0''0048$ , lo que corresponde a una distancia de 207 pcs. Evidentemente esta distancia no es aceptable, puesto que si  $d \sim 200$  pcs, el módulo de distancia para la zona es  $m - M = 6.5$ . Siendo que  $M$  es del orden de 0 para estrellas B9 y del orden de  $-4.4$  para estrellas B0, poniendo  $M = -2$  ó  $-1$ , notamos que la magnitud aparente media que tendríamos que observar a esta distancia, debería ser del orden de 4.5 ó 5.5, lo cual dista considerablemente de la realidad.

El hecho de que la aplicación del método de las paralajes estadísticas nos haya conducido a un valor falso de la distancia, muestra que no es aplicable en este caso, pues debe existir un movimiento propio de conjunto de la asociación (que se desprecia en él), que superpuesto al movimiento reflejo del sol hacia el ápex, nos da el movimiento propio observado. Todos los movimientos propios se obtuvieron directamente del Smithsonian Star Catalogue.

c) *Aplicación del Método de la Rotación Galáctica.*

Las coordenadas galácticas medias de la zona son:  $\langle l \rangle = +191^\circ$  y  $\langle b \rangle = -1^\circ$ . Se trata pues de un grupo de estrellas que se encuentran prácticamente en el ecuador galáctico, en una dirección próxima al anticentro.

Dada la geometría del problema, si se supone que el Sol dista 10 kpc del centro galáctico (IAU Symposium N° 31, 1967) y 1 kpc de I Canis Majoris, la distancia de la asociación al centro galáctico es de 10.8 kpc.

Con la curva moderna de rotación de la galaxia (IAU Symposium N° 31, 1967) la velocidad correspondiente a esa distancia es de  $+248.4$  km/s, con una componente en el plano galáctico normal a la dirección Sol-asociación de  $+191.2$  km/s. El valor de esa misma componente es para el sol de  $+186.2$  km/s. La diferencia entre ambos valores es de  $+4.99$  km/s.

Esto significa que si la asociación estuviera a 1 kpc deberíamos observar un movimiento propio en longitud galáctica de  $-0''001$  en cambio se observa  $-0''004$ . Para lograr el acuerdo con la distancia supuesta, la diferencia entre las componentes recién calculadas de las velocidades del Sol y de la asociación tendría que ser de aproximadamente 16.6 km/s y no como se calculó antes, 5 km/s. Ello corresponde a un valor de velocidad de rotación superior en 15 km/s al que se deduce de la curva de rotación con la distancia al Sol supuesta.

Esta diferencia se hace más grande si se suponen mayores distancias entre la asociación y el Sol: para 1.2 kpc, es de 17.1 km/s, y para 1.4 kpc, de 20.2 km/s.

Si se emplea el valor hallado en III-a, 1,550 kpc, se obtiene que la velocidad real es 23.1 km/s superior a la que para esa distancia al Sol resulta de la curva de rotación galáctica.